

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **08149022 A**

(43) Date of publication of application: **07 . 06 . 96**

(51) Int. Cl.

**H04B 1/10**  
**H04B 17/00**  
**H04L 1/00**  
**H04L 27/00**

(21) Application number: **06308181**

(22) Date of filing: **17 . 11 . 94**

(71) Applicant: **HEWLETT PACKARD JAPAN LTD**

(72) Inventor:  
**YOKOYAMA MITSURU**  
**YAMADA KATSUJI**  
**OBARA MASATOSHI**

(54) **MEASURING METHOD FOR SENSITIVITY AND  
DISTURBING WAVE CHARACTERISTIC OF  
RECEIVER**

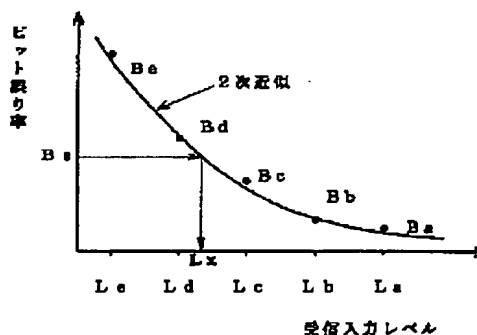
method. The 2nd estimating means uses the primary approximation.

COPYRIGHT: (C)1996,JPO

(57) Abstract:

PURPOSE: To provide a method which can automatically measure the sensitivity of a receiver and the disturbing wave characteristic with high efficiency and high accuracy regardless of the characteristic of a bit error rate that is defined to the receiving input level of the receiver.

CONSTITUTION: Two types of means are provided to estimate the receiving input levels where the bit error rate of a receiver is set at the prescribed value. A 1st estimating means estimates an error. If this estimated error is smaller than the allowable value, the 1st estimating means estimates the receiving input level. The 1st estimating means is automatically switched to a 2nd estimating means when the estimated error is larger than the allowable value. Thus the 2nd estimating means estimates the receiving input level. Then the 1st estimating means simulates the characteristic of the bit error rate by a secondary approximate expression and calculates a receiving input level  $L_x$  to a prescribed bit error rate  $B_s$ . A secondary approximate expression estimates and calculates the bit error rates to the receiving input levels  $L_a$  to  $L_e$  by the least squares



(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-149022

(43)公開日 平成8年(1996)6月7日

(51)Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 4 B 1/10	Z			
17/00	J			
H 0 4 L 1/00	E			
27/00				
		9297-5K	H 0 4 L 27/ 00	A
			審査請求 未請求	請求項の数3 F D (全 6 頁)

(21)出願番号 特願平6-308181

(22)出願日 平成6年(1994)11月17日

(71)出願人 000121914

日本ヒューレット・パッカード株式会社  
東京都八王子市高倉町9番1号

(72)発明者 横山 充

東京都八王子市高倉町9番1号 横河・ヒューレット・パッカード株式会社内

(72)発明者 山田 克二

東京都八王子市高倉町9番1号 横河・ヒューレット・パッカード株式会社内

(72)発明者 小原 雅俊

東京都八王子市高倉町9番1号 横河・ヒューレット・パッカード株式会社内

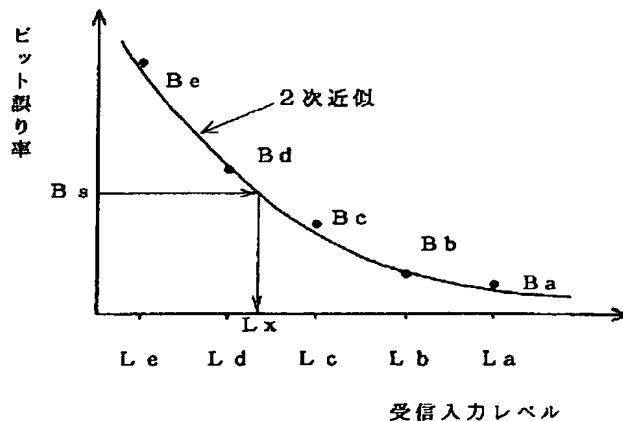
(74)代理人 弁理士 上野 英夫

## (54)【発明の名称】 受信機の感度及び妨害波特性測定方法

## (57)【要約】

【目的】被測定受信機の受信入力レベルに対するビット誤り率の特性の如何にかかわらず、高精度の測定が自動的に効率よく行える方法を提案する。

【構成】受信機のビット誤り率が規定の値になる受信入力レベルを推定する手段を2種類有し、第1の推定手段における推定誤差を見積もり、該誤差が許容値より小さいときは、第1の推定手段で受信入力レベルを推定し、該誤差が許容値より大きいときは、第2の推定手段に自動的に切り替え、第2の推定手段で受信入力レベルを推定する。第1の推定手段は、ビット誤り率の特性を、2次の近似式で模擬して規定のビット誤り率  $B_s$  に対する受信入力レベル  $L_x$  を計算で求める。2次の近似式は、 $L_a \sim L_e$  の受信入力レベルに対するビット誤り率を測定し、最小自乗法で求める。第2の推定手段は、1次近似を用いる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】受信機のビット誤り率が規定の値になる受信入力レベルを推定する手段を2種類有し、第1の推定手段における推定誤差を見積もり、該誤差が許容値より小さいときは、第1の推定手段で受信入力レベルを推定し、該誤差が許容値より大きいときは、第2の推定手段に自動的に切り替え、第2の推定手段で受信入力レベルを推定することを特徴とする受信機の感度及び妨害波特性測定方法。

【請求項2】前記第1の推定手段は、4点以上の受信入力レベルでビット誤り率を測定し、該測定値から受信入力レベルとビット誤り率の関係を近似する2次式を求め、該2次式に前記測定値を代入して該近似式の誤差を見積もり、該誤差が許容値より小さければ、該2次式に規定のビット誤り率の値を代入して、規定のビット誤り率になる受信入力レベルを求めることを特徴とする、請求項1記載の方法。

【請求項3】前記第2の推定手段は、適当な受信入力レベルから出発して、規定のビット誤り率に接近する方へ受信入力レベルを順次移動していき、規定のビット誤り率を越えたときの受信入力レベル及びビット誤り率、並びにその直前の受信入力レベル及びビット誤り率の測定値から、受信入力レベルとビット誤り率の関係を1次式すなわち直線で近似し、該1次式に規定のビット誤り率を代入して、規定のビット誤り率になる受信入力レベルを求めることを特徴とする、請求項1記載の方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の技術分野】本発明は、一般にデジタル通信機の受信感度、隣接チャンネル選択度、相互変調特性及びスプリアス感度特性などの測定方法に関する。

## 【0002】

【従来技術と問題点】まず、デジタル通信機の受信感度、隣接チャンネル選択度、相互変調特性及びスプリアス感度特性の定義の要点を以下に示す。受信感度は、ビット誤り率が規定された値となる受信信号の入力レベルとする。受信信号は、規定されたデジタル信号で変調した高周波信号である。隣接チャンネル選択度は、規定されたレベルの希望波信号と、規定されたデジタル信号で変調された妨害波を受信機に加え、該妨害波によりビット誤り率が規定された値となるときの妨害波レベルと希望波レベルの比とする。希望波信号は、規定されたデジタル信号で変調した高周波信号である。これは以下の相互変調特性とスプリアス感度特性の場合も同様である。相互変調特性は、規定されたレベルの希望波信号と規定量離調した2つの妨害波を受信機に加え、該妨害波によりビット誤り率が規定された値となるときの妨害波レベルと希望波レベルの比とする。なお、妨害波は無変調である。スプリアス感度は、規定されたレベルの希望波信号と妨害波を受信機に加え、該妨害波によりビッ

ト誤り率が規定された値となるときの妨害波レベルと希望波レベルの比とする。この場合も妨害波は無変調である。なお、本明細書では、隣接チャンネル選択度、相互変調特性及びスプリアス感度特性を以後、妨害波特性と総称する。

【0003】上記定義による、感度と妨害波特性の測定法の構成図を示し、測定法の概要を述べる。感度測定は図6の構成図で実施される。規定されたデジタル信号で変調した高周波信号を発生する信号発生器1から出力信号が、整合・結合回路2を介して被試験受信機3に入力される。この信号が受信信号である。被試験受信機の復調データのビット誤り率を、ビット誤り測定器4で測定する。受信信号のレベルを変化して、ビット誤り率が規定した値になるレベルを測定して、感度値とする。妨害波特性の測定は、図7の構成図で行われる。高周波の妨害波を発生する信号発生器5が発生した妨害波は、整合・結合回路2に加えられて希望波（信号波）との和が被試験受信機3に入力される。希望波のレベルを規定の値に保ち、妨害波のレベルを変化して規定のビット誤り率になる妨害波のレベルを測定し、妨害波特性値とする。なお相互変調特性の測定の場合は、妨害波用の信号発生器は2個必要であるので、図8のように、妨害波用の信号発生器6が、整合・結合回路2に追加接続される。これらの感度及び妨害特性を測定する装置は、一般に図9に示す構成である。演算制御部7が、前記測定の実験と測定法に従い、高周波信号発生器及びビット誤り測定器を制御し、測定データを演算処理する。

【0004】受信機の受信信号レベルに対するビット誤り率の特性は、通常図4のような傾向を示す。また妨害波レベルに対するビット誤り率の特性は、図5に示すようになる。感度測定では、図4のように規定のビット誤り率 $B_s$ になる受信信号レベル $L_x$ を測定し、妨害波特性測定では、図5のように規定のビット誤り率 $B_s$ になる妨害波レベル $L_x$ を測定する。ここで、感度測定の場合の受信信号、および妨害波特性測定の場合の妨害波を、受信入力と総称することにする。また、「ビット誤り率が規定された値になる受信信号レベルまたは妨害波レベル（受信入力レベル）」を、「所望のレベル」と簡略化することにする。感度測定と妨害波特性測定の違いは、受信入力のレベルの増分に対するビット誤り率の増分の極性が異なるだけであり、規定のビット誤り率 $B_s$ になる受信入力レベル $L_x$ を測定することに関しては本質的な違いはない。従って以下、感度測定を主に述べ、妨害波特性測定について補足説明のみとする。

【0005】上述のように、ビット誤り率と受信入力レベルの測定の場合、ビット誤り測定器で制御できるのは受信入力レベルであって、ビット誤り率ではない。従って、所望のレベルを、1回のビット誤り率測定で得ることは出来ない。そこで、従来技術では次ぎの方法が行われている。まず、測定を繰り返し行いながら所望のレベ

ルを探索する方法がある。この方法は、探索の手法及び探索を開始する受信入力レベルと変化させるレベル量にもよるが、所望のレベルに至るまで無駄な測定を繰り返す欠点がある。他の方法は、近似式を求めて、所望のレベルを推定する方法である。受信入力の入力レベル（dBm）に対するビット誤り率は、理論上では指数的に変化することが知られている。そこで、複数の受信入力レベルでビット誤り率を測定して、該関数の近似式を求め、この式を解いて所望のレベルを推定するのである。しかし、現実には理論と異なり、指数的に変化しないので、ある定まった関数で変化することを前提にした従来の測定法では、測定に誤りを生じることがある。無駄な測定をなくし、推定や探索に誤りを生じることなく、効率よく高精度の測定を行うためには、受信入力レベルの点数とレベル値が重要になる。しかし、被測定受信機の特性が未知の場合には、当然この決定が難しいのである。従って、受信入力レベル対ビット誤り率特性が未知の被測定受信機について、感度及び妨害波特性を自動的に高精度で、効率よく測定したいという要求は満たされていない。

#### 【0006】

【発明の目的】被測定受信機の実入力レベルに対するビット誤り率の特性の如何に関わらず、高精度の測定が自動的に効率よく行える方法を提案するものである。

#### 【0007】

【発明の概要】本発明は、受信入力レベル対ビット誤り率の特性を模擬する 2 次の近似式を求めて所望のレベルを推定する方法と、1 次の近似式を求めて所望のレベルを推定する方法との 2 つの推定手段を備え、まず第 1 の手段で、2 次の近似式で推定する場合の誤差を見積もり、該誤差が所定の値より小さいときは、2 次の近似式で推定を完了し、該誤差が所定の値より大きいときは、第 2 の手段 1 に自動的に切り替えて、1 次の近似式を求めて所望の実入力レベルを推定して、高精度の測定を効率よく実施する方法である。

#### 【0008】

【発明の実施例】本発明による測定方法の実施例の概要は次の通りである。第 1 の推定手段では、まず受信入力レベル対ビット誤り率の特性が理論に近いと仮定して、2 次の近似式を求める（近似式を求める方法は後述する）。該近似式の誤差が許容の値以下であれば該近似式を用いて、規定のビット誤り率から所望のレベルを推定計算して、測定を終了する。もし、2 次の近似式の誤差が所望の値以上であれば、受信機の実入力レベル対ビット誤り率の特性が理論からはずれていると判断して、第 2 の推定手段に切り替える。この推定方法は、所望のレベルの近傍で、かつ該レベルを挟む 2 点の入力レベルを求める（この方法は後述）。これらの入力レベルとビット誤り率から、直線近似式（1 次近似式）を求め、所望のレベルを推定計算して、測定を終了する。これらの

過程は、図 9 の演算制御部 7 のプログラムで制御される。

【0009】次に、第 1 の推定手段の詳細を以下に述べる。受信入力レベル対ビット誤り率の関係の理論値は指数関数で表されるが、実用上は 2 次式で十分近似できる。そこで、受信入力レベル対ビット誤り率を数点の入力レベルで測定し、該測定値から 2 次近似式を求める。この近似式の誤差を計算して、誤差が許容値より小さければ、受信入力レベル対ビット誤り率の関係は 2 次式で近似出来たと判断する。そして、該 2 次式を用いて規定のビット誤り率から所望のレベルを求めるのである。図 1 に、感度測定の場合のビット誤り率と受信入力レベルの関係、及び 2 次式の係数を求める過程を示す。図の例では、5 点のビット誤り率測定値から近似式を求める。なお、妨害波特性の測定では、図 1 を裏側から見たような図になる。近似式を求める過程は、まず、測定者が、被測定受信機の仕様あるいは理論値などから、規定のビット誤り率  $B_s$  になるであろう受信入力レベルを予測する。この予測入力レベルを測定装置に入力する。そして、下記のアルゴリズムに従って、図 9 の演算制御部 7 が制御する。

(1) 入力された該予測入力レベル  $L_c$  を中心とした所定の範囲で受信入力レベルを設定し、まずビット誤り率の最良点  $B_a$  と最悪点  $B_e$  を測定する。

(2) 規定のビット誤り率  $B_s$  が  $B_a$  と  $B_b$  の間にあることを確認する。もしそうでなければ、受信入力レベル  $L_a$  及び  $L_e$  を変化させて、 $B_s$  が間に入るようにする。

(3) 次に残りの 3 点  $B_b$ 、 $B_c$  及び  $B_d$  を測定し、これらの 5 点のデータから最小自乗法により 2 次近似式の係数を求める。

(4) この近似式に、測定した 5 点の実入力レベル（ $L_a$  から  $L_e$  まで）を代入して得たそれぞれのビット誤り率と、実測のビット誤り率（ $B_a$  から  $B_e$  まで）との差を、評価関数（例えば、自乗和平均）に代入して、誤差が許容値以下であるかを検定する。誤差が許容値以下であれば近似がうまく行われたと判断して、求めた近似式に  $B_s$  を代入して 2 次式を解き、所望のレベル  $L_x$  を求め測定を終了する。

【0010】前記誤差が許容値以上であれば、特性が 2 次式からはずれていると判断し、第 2 の推定手段へ移行する。そこで、第 2 の推定手段は、規定されたビット誤り率  $B_s$  になる点を挟む 2 点のビット誤り率の測定値から直線近似により、所望の実入力レベルを求める。所望のレベルの近傍で、かつ該レベルを挟む 2 点の入力レベルを求める方法は、ある入力レベルから出発して該 2 点を探索する方法である。図 2 に、この場合の過程を示す。そして、下記のアルゴリズムに従って、演算制御部が制御する。

(1) 第 1 の推定手段で測定した 5 点の測定データか

ら、所望のレベルに近い値を示す入力レベルを選び、探索開始の受信入力レベル  $L_1$  とする。図 2 では、探索の過程を示すために、探索開始の入力レベル  $L_1$  は、第 1 の推定手段で測定した測定データとは無関係なレベルになっている。

(2) 探索開始点でビット誤り率  $B_1$  を測定する。

(3)  $B_1$  と  $B_s$  の大小を比較し、次ぎの測定値  $B_2$  が  $B_s$  により近くなる方向に受信入力レベルを変化させて、ビット誤り率を実測する。

(4) この操作を反復してビット誤り率の測定値と  $B_s$  の大小関係が逆転するまで行う。図 2 では  $B_3$  で逆転している。逆転したとき図 3 に例示するように、 $B_3$  対  $B_s$  の比率が所定の値よりも大きければ、 $B_3$  は  $B_s$  の近傍ではないと判断する。そして、逆転する前の点（例示では  $B_2$ ）に戻り、受信入力レベルの変化幅を小さくして（例えば、10 分の 1）、再び探索を行う。そして、ビット誤り率の測定値と  $B_s$  の大小関係が逆転するまで反復する。図 3 では  $B_6$  で逆転している。

(5) 大小関係が逆転したら、反復操作を止める。逆転したときの値及び逆転する直前の点の 2 点が、所望のレベルの近傍で、かつ該レベルを挟む 2 点である。

(6) この 2 点のデータで直線補間（1 次近似）して、 $L_x$  を求め測定を終了する。なお、被測定受信機の所望のレベルがほぼ判明している場合であれば、第 1 の推定手段をスキップして、第 2 の推定手段を実行することも出来る。この場合は、探索開始点を該判明している値とすればよい。

【0011】受信入力レベルに対するビット誤り率の特性は、曲線であるから、一般に 2 次近似の方が直線近似より正確に推定出来る特徴がある。第 2 の推定手段は、2 点間を直線補間（近似）をするため、正確な推定をするためには、第 1 の推定手段に比べ、この 2 点の間隔を狭くしなければならない。これに対し、第 1 の推定手段は、2 次近似であるから同じ精度を実現するのであれば、受信入力レベルの広い範囲で測定データを採れる。このため、限られた測定回数でも、的がはずれることが少なく、効率よく精度の高い測定が可能である。しかし、急激に変化する特性の場合、第 1 の推定手段では誤差が大きくなる欠点がある。この欠点を第 2 の推定手段が補うのである。第 2 の推定手段の欠点は、精度を保つために、測定回数が多くなる場合があることである。しかし、第 1 の推定手段の測定結果を利用できるので、測定回数を節約できる。本発明は、このように第 1 の推定手段および第 2 の推定手段の長所を有効に活用して、如何なる特性の受信機の如何なる特性の受信機の感度及び妨害波特性も測定できるようになった。以上に本発明の実施例を示したが、例示の探索方法、その他を限定するものでなく、必要に応じて本発明の要旨を失うことなく構成の変形も許容される。

【0012】

【発明の効果】本発明によれば、2 つの推定手段の長所が有効に活用されて、如何なる特性の受信機においても、効率よく高精度の測定が可能になり、実用に供して有益である。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明による、感度測定の 2 次近似推定を行う実施例を示す図である。

【図 2】本発明による、感度測定の 1 次近似推定を行う実施例を示す図である。

【図 3】本発明による、感度測定の 1 次近似推定を行う実施例を示す図である。

【図 4】受信信号レベルに対するビット誤り率の特性を示す図である。

【図 5】妨害波レベルに対するビット誤り率の特性を示す図である。

【図 6】感度測定の構成図である。

【図 7】隣接チャンネル選択度測定及びスプリアス感度測定の構成図である。

【図 8】相互変調特性測定の構成図である。

【図 9】感度及び妨害特性測定装置の構成の例を示す図である。

【符号の説明】

1：受信信号用の高周波信号発生器

2：整合・結合回路

3：被試験受信機

4：ビット誤り測定器

5：妨害波用の高周波信号発生器

6：妨害波用の高周波信号発生器

7：演算処理部

30  $B_a$ ：受信入力レベルが  $L_a$  のときのビット誤り率測定値

$B_b$ ：受信入力レベルが  $L_b$  のときのビット誤り率測定値

$B_c$ ：受信入力レベルが  $L_c$  のときのビット誤り率測定値

$B_d$ ：受信入力レベルが  $L_d$  のときのビット誤り率測定値

$B_e$ ：受信入力レベルが  $L_e$  のときのビット誤り率測定値

40  $B_s$ ：規定のビット誤り率

$B_1$ ：受信入力レベルが  $L_1$  のときのビット誤り率測定値

$B_2$ ：受信入力レベルが  $L_2$  のときのビット誤り率測定値

$B_3$ ：受信入力レベルが  $L_3$  のときのビット誤り率測定値

$B_4$ ：受信入力レベルが  $L_4$  のときのビット誤り率測定値

$B_5$ ：受信入力レベルが  $L_3$  のときのビット誤り率測定値

B 6 : 受信入力レベルが L 4 のときのビット誤り率測定値

L a : 受信入力レベル

L b : 受信入力レベル

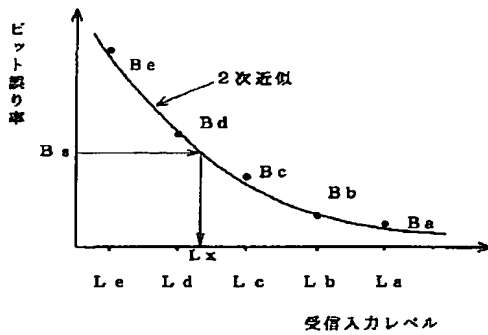
L c : 受信入力レベル

L d : 受信入力レベル

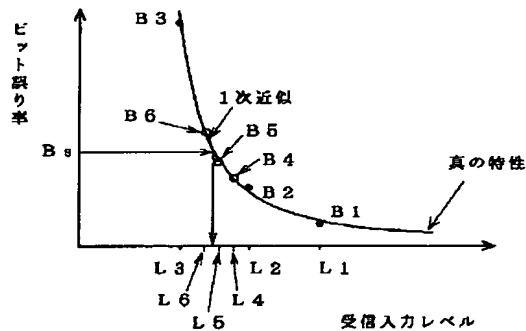
L e : 受信入力レベル

L x : ビット誤り率が B s になる受信入力レベル (所望 \*

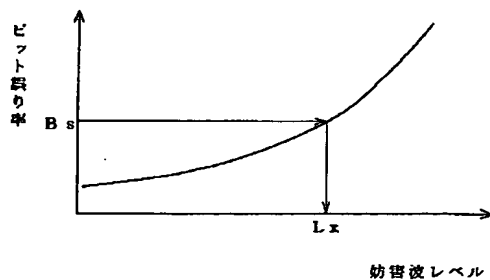
【図 1】



【図 3】



【図 5】



\* のレベル)

L 1 : 受信入力レベル

L 2 : 受信入力レベル

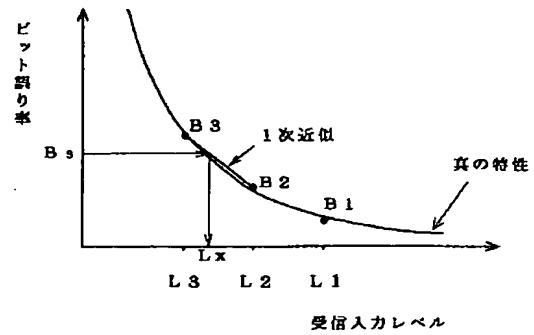
L 3 : 受信入力レベル

L 4 : 受信入力レベル

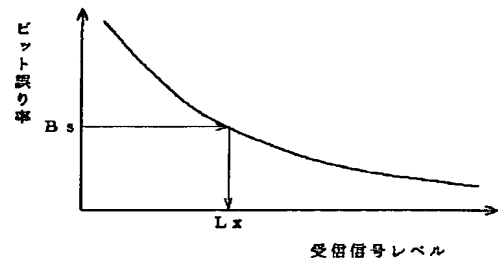
L 5 : 受信入力レベル

L 6 : 受信入力レベル

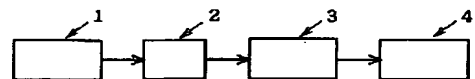
【図 2】



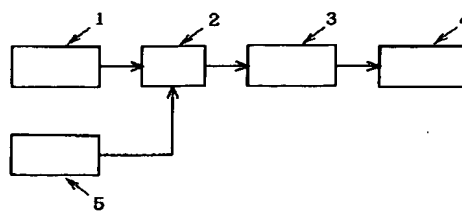
【図 4】



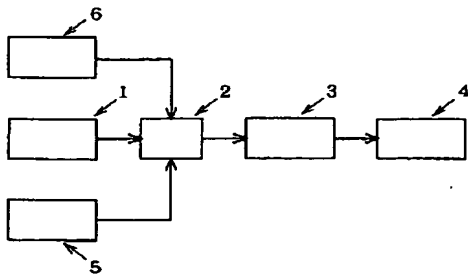
【図 6】



【図 7】



【図8】



【図9】

